Research & Development Highlights

Technical Series
91-203

Air Tightness, Air Movement and Indoor Air Quality in Atlantic Region High-Rise Apartment Buildings

Introduction

Based on the findings of previous CMHC investigations in low-rise housing and high-rise office buildings, there is reason to suspect that high-rise apartment buildings may have ventilation, air quality, and moisture problems due to air leakage.

High-rise apartments rely heavily on air leakage for fresh air, and as a result are much leakier and less energy efficient than detached housing. Most apartment buildings only provide ventilation air to corridors and common areas. Comfort-related complaints regarding temperature fluctuations and smells are common, and suggest potential problems with air quality and uncontrolled air movement within the buildings. Air leakage can also lead to moisture-related problems such as corrosion of metal framing elements and brick ties, or mould growth in wall cavities. Unplanned air leakage is suspected to be widespread in apartment buildings across the country. However, little is known about actual air change rates, pollution levels, or the incidence of air leakage through exterior walls. A survey of high-rise apartment buildings is therefore required to confirm or disclaim suspicions of these problems.

Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) commissioned one such study in the Atlantic Region. Testing was conducted on buildings located in St. John's, Newfoundland.

Test Program

Two buildings were tested: a seven-storey building with 51 apartments (Building 1), and a six-storey building with 65 apartments (Building 2).

The consultants began by collecting information which could be helpful in identifying possible pollutants, locating their sources, assessing the effectiveness of the ventilation systems, and defining the severity of any problems experienced. They did this by reviewing building plans and complaint records, inspecting different areas of the building, and interviewing occupants, managers, and others. A survey of the occupants in both buildings revealed only minor problems, with most complaints relating to air infiltration problems. Once this was completed, the buildings were assessed to determine the required testing.

Three types of tests were performed on the selected buildings:

(a) Airtightness

One of the primary objectives for the testing was to determine the airtightness of the buildings. This was determined by measuring the airtightness values for each floor of each building.

(b) Air Movement

Air flow patterns for the building were studied by conducting tracer gas tests. A specified volume of tracer gas was released and air samples were taken at different locations throughout the building over a three-hour period. These samples were then analyzed for changing concentrations of tracer gas.

(c) Air Quality

Each building was tested for various pollutants whose presence was suggested during the information-collecting phase of the project. These included carbon monoxide, carbon dioxide, excessive humidity, formaldehyde, particulates, volatile organic compounds, radon, biological contamination, ozone and asbestos.

Findings

Testing in both buildings revealed air leakage rates that were higher than Canadian and international standards for air leakage. Building 1 was substantially leakier than Building 2.

Most of the air movement in Building 1 was the result of stack effect, influenced by outside weather conditions, which caused air to travel up through the building through garbage chutes, stairwells and elevator shafts. Most air movement in the tighter Building 2 was due to occupant activity.

Because of its greater airtightness, Building 2 had higher levels of carbon dioxide, radon and relative humidity than Building 1. However, all contaminant levels were within recommended guidelines, except for total suspended particulate levels in smokers' apartments.

CMHC SCHL
Helping to house Canadians

NHA 6330

Air change rates in the apartments tested were much higher than expected. Design calculations used to determine heater sizing assume a maximum rate of 1.5 air changes per hour. Measured rates were as much as 6.5 times this value. This high rate may be a result of the testing procedure, which did not require all potential sources of air infiltration to be completely sealed. However, even when all air leakage sources were meticulously sealed, air change rates were high.

General Discussion

International standards for air leakage rates for apartment units are in the neighbourhood of one air change per hour at 50 Pa. In order to achieve this, further studies are required to determine leakage rates from individual apartments.

As buildings become tighter, equal effort will need to be directed at maintaining adequate mechanical ventilation to apartment units. Ventilation systems are basic in both the buildings examined in this study with ventilation requirements handled by the openable windows. First-cost considerations are the prime concern of the developer and not items which pay over the life of the project. Improvements in energy efficiency through the reduction of air infiltration and the subsequent need for mechanical ventilation to replace the need for openable windows will not be the norm in building construction in the near future unless developers are forced by regulatory means to meet energy-consumption targets.

The buildings examined in this study demonstrate that significant energy wastage is occurring. Air infiltration contributes to as much as 40 percent of the total energy consumed in building construction, and the buildings examined in this study are exceeding this value. It is reasonable to state that the buildings examined are wasting energy and contributing to environmental problems such as global warming.

While testing revealed no evidence of internal moisture damage, the high air infiltration rates could contribute to the potential for water damage in the exterior walls.

The testing methodology used for this project requires refinement to become more practical.

Air infiltration methods fail to emphasize the importance of sealing any and all potential sites for air infiltration into the test area. Quality control of this effect is extremely cumbersome and plays havoc with the budgeted time for the field analysis, but it is a vital part of the success of the study.

Recommendations

- Conduct further air tightness testing on both buildings.
- Both buildings were very leaky when compared to international standards. Further testing is required in both buildings to identify primary leakage areas.
- Create a large building data base.
- A larger data base is required if general assumptions about buildings in Atlantic Canada are to be drawn from this study. The two buildings compared here, although very similar to each other, are not typical of the construction style in the St. John's area. More studies of different types need to be conducted before general assumptions can be made.
- Assess influence of parking garage.
- Further air quality testing of the units adjacent to the parking garage is required to assess the impact of the parking garage on air quality.
- Establish more meticulous airtightness testing procedures.
- All mechanical systems should be sealed when testing external walls. Tests should also be conducted to determine the flow rates associated with the individual building components.

See also: *Air Tightness, Air Movement and Indoor Air Quality in British Columbia High-Rise Apartment Buildings* (90-232).

Air Tightness, Air Movement and Indoor Air Quality in Quebec High-Rise Apartment Buildings (91-205).

102-00771/

Project Manager: Jacques Rousseau

Research Report: Field Investigation Survey of Air Tightness, Air Movement and Indoor Air Quality in High-Rise Apartment Buildings: Atlantic Region

Research Consultant: BFL Consultants Limited

A full report on this research project is available from the Canadian Housing Information Centre at the address below.

Housing Research at CMHC

Under Part IX of the National Housing Act, the Government of Canada provides funds to CMHC to conduct research into the social, economic and technical aspects of housing and related fields, and to undertake the publishing and distribution of the results of this research.

This factsheet is one of a series intended to inform you of the nature and scope of CMHC's technical research program.

This **Research and Development Highlights** factsheet is one of a wide variety of housing-related publications produced by CMHC.

For a complete list of Research and Development Highlights, or for more information on CMHC housing research and information, please contact:

The Canadian Housing Information Centre
Canada Mortgage and Housing Corporation
700 Montreal Road
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Telephone: (613) 748-2367
Fax: (613) 748-2098

Cette publication est aussi disponible en français.

The information in this publication represents the latest knowledge available to CMHC at the time of publication, and has been thoroughly reviewed by experts in the housing field. CMHC, however, assumes no liability for any damage, injury, expense or loss that may result from use of this information.

Canada

Le point en recherche et développement

Série technique 91-203

L'étanchéité à l'air, les mouvements d'air et la qualité de l'air intérieur des tours d'habitation dans la région de l'Atlantique

Introduction

Les résultats d'études antérieures de la SCHL menées dans des bâtiments résidentiels de faible hauteur et des tours à bureaux laissent croire que les tours d'habitation pourraient présenter des problèmes de ventilation, de qualité de l'air et d'humidité en raison de fuites d'air.

Dans les tours d'habitation, l'apport d'air frais est largement assuré par les infiltrations d'air. Ces immeubles sont en effet beaucoup moins étanches et beaucoup moins éconergiques que les habitations individuelles. Le système de ventilation de la plupart des immeubles d'appartements ne couvre que les corridors et les aires communes. Les plaintes ayant trait à des problèmes de confort résultant des odeurs et des fluctuations de température sont fréquentes et laissent entrevoir des problèmes possibles de qualité de l'air et de mouvements d'air incontrôlés à l'intérieur des immeubles. Les fuites d'air peuvent également causer des problèmes reliés à l'humidité tels que la corrosion des éléments d'assemblage en métal et des agrafes à brique, ou de la formation de moisissure dans les trous des murs.

On soupçonne que les infiltrations d'air non planifiées à travers les murs extérieurs sont monnaie courante dans les immeubles d'appartement du pays. On connaît mal les taux de renouvellement d'air, les niveaux de polluants ou les infiltrations d'air par les murs extérieurs. Il importe donc d'évaluer ces facteurs dans les tours d'habitation afin de confirmer ou de dissiper les doutes qui subsistent à cet égard.

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) a commandé la tenue d'une telle étude dans la région de l'Atlantique. Les essais ont été effectués dans trois immeubles situés à St. John's (Terre-Neuve).

Programme d'essai

Deux immeubles ont été mis à l'essai : le bâtiment 1, un immeuble de sept étages comprenant 51 appartements, et le bâtiment 2, un immeuble de six étages abritant 65 appartements.

On a d'abord recueilli des données pouvant permettre de repérer d'éventuels polluants, de découvrir leur origine, d'évaluer l'efficacité des installations de ventilation et de définir la gravité de tout problème existant. Cette information a été tirée des plans des bâtiments, des registres de plaintes, de l'inspection des différentes zones des immeubles et d'entrevues d'occupants, de gestionnaires et autres.

Un sondage mené auprès des occupants des deux immeubles ont révélé quelques petites anomalies seulement, la plupart des plaintes des occupants ayant trait à des problèmes d'infiltration d'air. Une fois cette étape terminée, on a procédé à l'évaluation des immeubles afin de déterminer les types d'essais requis.

Trois types d'essais ont été effectués dans les immeubles choisis :

(a) Étanchéité à l'air

L'un des principaux objectifs de l'essai consistait à déterminer les taux d'étanchéité à l'air des immeubles; aussi a-t-on procédé à la mesure des valeurs d'étanchéité à l'air pour chaque étage des immeubles.

(b) Mouvement de l'air

Les mouvements d'air dans les bâtiments ont été étudiés grâce à des essais d'émission ponctuelle à la source d'un gaz traceur. Un volume précis de gaz traceur a été libéré à un endroit particulier et des échantillons d'air ont ensuite été pris périodiquement dans différentes zones du bâtiment pendant trois heures. Ces échantillons ont alors été analysés afin de déterminer si la concentration du gaz avait été modifiée.

(c) Qualité de l'air

Des essais ont été conduits pour tenter de déceler la présence des divers polluants dont les réponses des occupants au questionnaire laissaient présager l'existence. Au nombre de ces polluants, on note le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone, un excès d'humidité, le formaldéhyde, des particules, des composés organiques volatils, du radon, de la contamination biologique, de l'ozone et de l'amiante.

Analyse des résultats

Les essais permettent de conclure que les taux d'infiltration d'air des deux bâtiments sont supérieurs aux

SCHL CMHC
Question habitation, comptez sur nous

LNH 6331

normes internationales et à celles du Canada en matière d'infiltration d'air.

En outre, le bâtiment 1 est beaucoup plus perméable que le bâtiment 2.

Une grande partie des mouvements d'air dans le bâtiment 1 provenait de l'effet de tirage puisque sous l'influence des conditions climatiques extérieures, l'air se déplaçait dans l'immeuble par les vide-ordures, les cages d'escalier et les gaines d'ascenseur. Le bâtiment 2 étant plus étanche, la plupart des mouvements d'air étaient causés par une activité de l'occupant.

Parce qu'il était plus étanche, le bâtiment 2 contenait des taux supérieurs de dioxyde de carbone, de radon et d'humidité relative que le bâtiment 1. Toutefois, les taux de polluants n'excédaient pas les niveaux recommandés, sauf pour ce qui est du taux des particules en suspension dans les appartements de fumeurs.

Les taux de renouvellement d'air dans les appartements étudiés étaient beaucoup plus élevés que prévu. Les taux de renouvellement d'air étaient 6,5 fois supérieurs à la normale de 1,5 renouvellement d'air par heure servant à la conception. Le protocole d'essai ne comprenait pas le scellement complet de toutes les sources possibles d'infiltration d'air, ce qui peut expliquer les taux élevés d'infiltration d'air obtenus. Toutefois, même lorsque les sources de fuites d'air étaient scellées avec soin, les taux de renouvellement d'air étaient élevés.

Discussion

Les normes internationales en matière de fuites d'air pour les logements se situent aux environ d'un renouvellement d'air par heure è 50 Pa. Afin d'atteindre ce taux, il faudra procéder à des études ultérieures en vue de déterminer les taux d'infiltration dans les logements individuels.

Avec l'accroissement de l'étanchéité à l'air des bâtiments, le maintien d'une ventilation mécanique adéquate et d'intensité égale dans chacun des appartements deviendra nécessaire. Dans les bâtiments 1 et 2, il existe des systèmes de ventilation de base et les occupants répondent à leurs besoins de ventilation en ouvrant les fenêtres. L'entrepreneur se préoccupe davantage du coût de revient de base que de rentabilité au-delà de la durée de vie du projet. L'on ne peut s'attendre qu'un rendement énergétique accru, au moyen de la réduction de l'infiltration de l'air et du besoin consécutif de ventilation mécanique pour suppléer au besoin de fenêtres ouvrables, devienne la norme en construction dans un avenir rapproché, à moins qu'une réglementation n'oblige les entrepreneurs à rencontrer des objectifs de consommation énergétique.

L'étude a révélé un important gaspillage d'énergie dans les bâtiments 1 et 2. L'infiltration de l'air représente jusqu'à 40 p. 100 du total de l'énergie consommée par un immeuble et les bâtiments à l'étude consomment davantage. Il est permis d'affirmer que les bâtiments examinés gaspillent de l'énergie et accentuent les problèmes environnementaux comme le réchauffement de la planète.

Bien que les essais n'aient démontré de dommage interne provoqué par la moisissure, les taux élevés d'infiltration d'air pourraient contribuer aux dommages éventuellement causés par l'eau aux murs extérieurs.

Il importe de peaufiner le protocole d'essai utilisé dans le cadre de ce projet et ce, à des fins pratiques. Les méthodes d'infiltration de l'air ne mettent pas suffisamment en valeur l'importance de sceller tout site d'infiltration possible d'air dans la zone à l'essai. Tout en demeurant une partie essentielle au succès de l'étude, le contrôle de la qualité dans ce domaine est extrêmement encombrant et désorganise complètement la durée prévue par le budget se rapportant aux analyses sur le terrain.

Recommandations

- Mener d'autres essais sur l'étanchéité à l'air des deux bâtiments.
- Les deux bâtiments étaient très perméables, comparativement aux normes internationales. Il faudra procéder à des essais ultérieurs dans chacun des bâtiments afin d'identifier les principales sources d'infiltration.
- Créer une base de données plus vaste.
- Si l'on veut généraliser les hypothèses déduites de cette étude, aux bâtiments de la région de l'Atlantique, il faudra élargir la base de données. Bien que très semblables, les deux bâtiments comparés au cours de l'étude ne représentent pas l'ensemble des bâtiments de la région de St. John's. Il faudra étudier d'autres types de bâtiments avant de pouvoir émettre des hypothèses générales.
- Évaluer l'impact de l'aire de stationnement.
- Il faudra procéder à d'autres analyses de la qualité de l'air des pièces adjacentes à l'aire de stationnement afin d'évaluer les répercussions de l'aire de stationnement sur la qualité de l'air.

- Établir un protocole d'essai de l'étanchéité de l'air plus élaboré.
- Tous les systèmes mécaniques devront être scellés au moment des essais des murs extérieurs. Des essais devront également déterminer les taux de circulation de l'air associés aux composantes des différents bâtiments.

Voir aussi : *L'étanchéité à l'air, les mouvements d'air et la qualité de l'air intérieur des tours d'habitation en Colombie-Britannique* (90-232).

L'étanchéité à l'air, les mouvements d'air et la qualité de l'air intérieur des tours d'habitation au Québec (91–205).

Directeur de projet : *Jacques Rousseau*

Rapport de recherche : «Field Investigation Survey of Air Tightness, Air Movement and Indoor Air Quality in Atlantic Region High-Rise Apartment Buildings»

Consultant de recherche : BFL Consultants Limited

Il est possible de se procurer un rapport complet de ce projet de recherche au Centre canadien de documentation sur l'habitation, à l'adresse ci-dessous.

Recherche sur le logement à la SCHL

En vertu de la partie IX de la Loi nationale sur l'habitation, le gouvernement du Canada autorise la SCHL à consacrer des fonds à la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et à publier et à diffuser les résultats.

Ce feuillet documentaire fait partie d'une série visant à informer le public de la nature et de la portée du programme de recherche technique de la SCHL.

Ce feuillet documentaire de la série **Le point en recherche et développement** n'est qu'une des nombreuses publications portant sur l'habitation produites par la SCHL.

Pour recevoir la liste complète des feuillets documentaires ou pour obtenir d'autres renseignements sur les recherches et l'information qu'offre la SCHL en matière d'habitation, veuillez communiquer avec le :

Centre canadien de documentation sur l'habitation
Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : (613) 748-2367
Télécopieur : (613) 748-2098

This publication is also available in English

Cette publication contient les renseignements les plus à jour dont dispose la SCHL, lesquels ont été examinés par des experts du secteur de l'habitation. Toutefois, la SCHL n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures, les coûts et les pertes pouvant découler de l'utilisation de ces renseignements.